**KOREAN J ORGANIC AGRI**
Volume 22, Number 2: 255-268, June 2014
http://dx.doi.org/10.11625/KJOA.2014.22.2.255

ISSN 1229-3571 (Print)
ISSN 2287-819X (Online)

# 신재생에너지 도입에 따른 시설재배의 경제성 분석*
## -목재팰릿, 지열과 경유의 비교분석을 중심으로-

김형우** · 윤성이***

# Economical Feasibility of Cultivation under Structure Due to the Introduction of New and Renewable Energy
## -Comparative Analysis of Wood-Pellet, Geothermal Heat and Diesel-

Kim, Hyung Woo · Yoon, Sung-Yee

We are now currently facing serious climate changes such as super typhoon, flood, intense heat, severe cold, super hurricane, drought, desertification, destruction of ecosystem, marine pollution, reduction of food production, destruction of tropical forests, exhaustion of water resources, climate refugees, etc. All of the above mainly derive from greenhouse gas exhaustion. Such harmful consequence might directly affect mankind's sustainable development. If we keep using resources that emits greenhouse gases, the global temperature will rise about 3.2℃ by year 2050. In case of 3℃ rise in temperature, it will result in abnormal climate which will bring about severe property damage. Moreover, 20~50% of the ecosystem will become extinct. As Korea's economy increasingly expands, so do our energy consumption rises. And because of the consequences that can be driven by increasing rate of resource use, not just Korea itself, but also the whole world should seriously concern about greenhouse gases. Although agricultural division only takes up about 3.2% of total greenhouse gas emission, the ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs are taking voluntary actions to gradually reduce $CO_2$ and so does each and every related organizations. In order to reduce $CO_2$, introduction of new and renewable energy in farm house warming is crucial. In other words, implementing wood-pellet boiler and geothermal heat boiler can largly reduce $CO_2$ emission compared to diesel boiler. More importantly, not only wood-pellet and geothermal heat is pollution-free but they also have economic advantages some-

* 이 논문은 농림축산식품부 "농·임·축산 바이오매스 순환실증단지(Biopia) 모델구축 및 사업지침서 개발"에 의하여 이루어졌음.
** 동국대학교 식품산업관리 전공, 식품산업클러스터 연구소 연구원.
*** Corresponding author, 동국대학교 식품산업관리학과 교수(syyoon@dongguk.edu)

what. In this thesis, the economic advantage and sustainablity will be introduced and proved through comparing practical analysis of surveyed farm house under structure employing wood-pellet boiler and geothermal heat boiler with Agriculture-Economic Statistic of 2012 who uses diesel boiler.

Key words : *agriculture, diesel, geothermal heat, new and renewable energy, wood-pellet*

# Ⅰ. 서 론

현재 우리가 영위하는 삶의 전반인 농수산업, 제조업, 서비스업, 수송, 발전, 산업의 분야를 막론하고 막대한 양의 온실가스를 배출하고 있다. 우리가 배출하는 온실가스는 지구를 뜨겁게 만들고 기후를 변화시키고 있다. 기후 과학자 97~98%는 인간이 배출한 온실가스가 기후변화의 원인이라는데 동의하였다(Anderegg, 美국립과학학술원보, 2010). 또한 기후변화를 방치할시, 금세기 말까지 기온은 최대 6.4℃까지 상승할 것이라는 IPCC의 선언도 온실가스에 대한 우려의 목소리를 표하고 있다.

우리나라의 경우 제조업 중심의 산업발전으로 인해 온실가스 배출량이 급속도로 증가하여 2010년 기준 세계 7위 수준의 온실가스 배출량을 기록했다. 또는 1인당 온실가스 배출량은 세계 3위를 기족하고 있어 이는 우리나라 경제력 규모에 비해 과다한 양임과 동시에 전 세계 1인당 평균배출량에 비교하여도 약 3배의 온실가스 배출실적을 기록하고 있는 추세이다. 이에 따라 2008년 7월 개최된 G7 확대 정상회의에서 한국의 온실가스 감축목표를 발표할 것을 공언한 이래로 2009년에 2020년 온실가스배출전망(Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축이라는 온실가스 감축목표가 확립되었다. 따라서 이번 박근혜정부에서는 인간의 생존에 가장 밀접한 연관성을 지니는 농업분야의 경우 2020년 배출전망치(8.13억 톤 $CO_2$) 대비 5% 감축(약 2,280만 톤$CO_2$)의 목표를 차질 없이 달성하기 위해 노력하고 있다. 시설재배의 신재생에너지 보급 활성화, 가축분뇨 에너지화, 사료 품질 향상 등 산업 각 부문에 걸쳐 농업분야 온실가스 감축을 위해 각고의 노력을 기울이고 있다.

그러나 현재 여전히 대부분의 농가에서는 면세경유보일러를 많이 이용하고 있다. 기존에 선행되었던 연구에서도 목재펠릿보일러의 높은 설치비용을 난방비로 절감시키기에는 부족하다는 연구결과도 있었지만 이는, 농가에서의 초기 투자비용에 대한 부담, 난방비 절감에 대한 경제적 타당성을 확신할 수 없기 때문이다. 따라서 이번 연구에서는 지열보일러를 사용하여 시설채소 작물인 토마토를 재배하는 농가와 목재펠릿보일러를 사용하여 화훼작물인 거베라, 국화를 재배하는 농가를 현장중심으로 설문조사를 실시하여 농촌진흥청 소득자료집의 소득측정 방법으로 경제성분석을 실시하였다. 경제성 및 타당성 분석에는 탄소배출권거래제와 농업기술실용화재단의 ‘자발적 온실가스 감축사업’하의 감축실적 인센티브

를 포함시켰다. 또한 농촌진흥청에서 2012년 발간한 농·축산물 소득 자료집과 2012년 농가경제통계와 현장방문 농가를 비교·분석하여 친환경에너지 이용농가의 취약점 및 강점을 도출하였다.

이와 같이 경제적 측면에서 목재펠릿보일러와 지열보일러가 창출해 낼 수 있는 가치를 고려하여 신재생에너지 도입에 따른 총체적 타당성을 증명하였다.

## Ⅱ. 농업용 시설하우스 지열보일러, 펠릿보일러 및 경유보일러 이용현황

### 1. 농업용 시설하우스 목재펠릿보일러 이용현황

2012년을 기준으로 국내 시설하우스 농산물 재배시설에서 사용하는 목재펠릿보일러 이용현황을 살펴보면 전국적으로는 5,038ha의 면적이 목재펠릿보일러를 사용하여 난방을 하고 있다. 지역별 사용면적을 살펴보면 전라남도는 무려 5,078ha의 면적을 목재펠릿을 이용해 가온하는 것으로 나타났다. 전라남도의 이와 같은 높은 수치는 전라남도가 산림청, 한국남동발전 등과 맺은 업무협약의 영향으로 추정된다. 전라남도는 남동발전과 펠릿 등 산림바이오매스 사용 업무협약을 체결함에 따라 화순 이양 농공단지에 입주한 SK임업과 광양항 배후부지 ㈜대현우드에서 생산되는 목재펠릿(연간 13만 톤)을 쉽게 공급받을 수 있기 때문에 목재펠릿 보일러를 도입하는 농가가 급속도로 늘고 있는 것으로 예상된다.[1)]

Table 1. 2012 domestic protected cultivation using wood-pellet boiler*

(Unit : ha)

| Region | Seoul | Busan | Daegu | Incheon | Gwangju | Daejeon | Ulsan | Kyungki-do |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usage status | - | 1 | - | - | - | 2 | 2 | 38 |

| Region | Kang won-do | Jeju | Chungcheong-do | | Kyungsang-do | | Jeonla-do | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Chung cheong buk-do | Chung cheong nam-do | Kyung sang buk-do | Kyung sang nam-do | Jeonlabuk -do | Jeonlanam -do |
| Usage status | 20 | - | 7 | 22 | 39 | 40 | 79 | 5078 |

* Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
The national agricultural wood-pellet boiler usage status = 5,328ha

1) 전라남도청 농림식품국 산림산업과

온실가스로 인한 기후변화, 지구 온난화 문제를 해결하기 위해 채택된 기후변화협약(UNFCC : United Nations Framework Convention on Climate Change)과 온실효과가스 저감을 목표로 하는 '교토의정서', 전 세계의 저탄소 녹색성장 선언, 또한 이에 상응하는 우리나라의 온실가스 감축목표와 농어업 에너지효율화 사업, 저탄소 녹색마을 사업 등 우리나라의 신재생에너지 보급은 꾸준히 증가하고 있는 모습을 보이고 있다.

Table 2. Wood-Pellet Boiler Usage In Protected Cultivation by Year*

(Unit : ha)

| Year | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|
| Wood-pellet boiler usage | 123 | 175 | 5,328 |

* Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

해당 목재펠릿 보일러의 보급 역시 Table 2에서 나타난 바와 같이, 2010년에는 123ha, 2011년에는 175ha, 2012년에는 전라남도의 목재펠릿 보급의 비약적인 증가로 기인해 5,328ha의 면적이 펠릿 보일러로 가온되었다. 앞으로 신재생에너지 확대정책과 국내 원목 자급률이 높아지고 생산이 활성화됨에 따라 목재펠릿 보일러의 이용률은 더욱 증가할 것으로 보인다.

## 2. 농업용 시설하우스 지열보일러 이용현황

지열히트펌프의 경우 2010년부터 농업용 시설하우스의 본격적인 보급이 이루어졌다. 하지만 설비의 도입 자체가 타 보일러 설비에 비해 비용이 높으며 땅속에 설비를 매설하여 열교환기와 지열히트펌프를 설치해야하는 번거로움, 또한 별도의 전기에너지가 필요하고 그 소모량도 어마어마하기 때문에 아직은 보급이 활성화 되지는 못한 현황을 보이고 있다.

Table 3. 2012 domestic protected cultivation using geothermal heat boiler*

(Unit : ha)

| Region | Seoul | Busan | Daegu | Incheon | Gwangju | Daejeon | Ulsan | Kyungki-do |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Usage status | - | - | - | - | - | - | - | 52 |

| Region | Kang won-do | Jeju | Chungcheong-do | | Kyungsang-do | | Jeonla-do | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Chung cheong buk-do | Chung cheong nam-do | Kyung sang buk-do | Kyung sang nam-do | Jeonlabuk -do | Jeonlanam -do |
| Usage status | 1 | - | - | 1 | 4 | 11 | 15 | 21 |

* Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

도입 초창기인 2010년에는 펠릿 보일러와 비슷한 112ha의 면적을 가온하였으나 2011년에는 단 38ha에 그치며 이용 면적이 현저하게 줄었으나 2012년 다시 105ha에 달하는 면적에 지열난방이 쓰였다. 하지만 목재펠릿보일러의 보급 확대분에는 절대적으로 못 미치는 실적을 보였다.

## 3. 농업용 시설하우스 경유보일러 이용현황

본격적인 온실가스저감 사업이 시행되기 전인 2009년에는 전체 국토의 농가 중 채소를 재배하는 시설하우스 중 무가온 시설하우스를 제외한 11,955ha 중, 8,965ha에 달하는 면적이 경유보일러로 가온되었다. 이는 전체 가온하우스 중 75%를 차지하는 비중으로 경유보일러 의존도가 매우 높았음을 알 수 있다.2)

하지만 본격적인 저탄소 정책과 제도, 규제들이 늘어나고 환경에 대한 경각심이 높아지고 국제유가 상승에 따른 난방비 부담의 가중에 따라 신재생에너지를 활용하는 난방시설이 늘어나고 경유보일러를 사용하는 시설하우스는 감소하는 추세로 들어섰다. 2012년의 통계를 보면 전체 국토의 농가 중 채소를 재배하는 시설하우스 중 무가온 시설하우스를 제외한 18,876ha 중 8,328ha의 면적이 경유 보일러로 가온되었다. 이는 44%의 비율로 2009년의 75%의 비율에 비교하여 현격하게 감소한 것을 알 수 있다.

Table 4. Diesel boiler usage in protected cultivation by year**

(Unit : ha)

| Year | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|
| Diesel Boiler Usage | 8,965 | 7,943 | 8,835 | 8,328 |

** Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

그러나 여전히 Table 4에서 보이는 것과 같이 경유보일러를 사용하는 농가가 우리나라 시설하우스 가온 방법 중 가장 넓은 면적을 차지하고 있다. 2012년 목재펠릿보일러 가온면적 5,328ha에 비하여 3,000ha 정도 넓은 면적을 가온하고 있다. 따라서 아직 우리나라 시설재배 하우스의 경유보일러 의존도는 타 원료에 비해 높은 것을 알 수 있다.

## 3. 해외의 신재생에너지 도입 현황

FAO(국제농업기구)는 향후 세계 목재펠릿 생산량이 연간 30% 이상 늘어날 것으로 전망

2) 농림수산식품부 채소특작과, “2009 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적”, 2010. 5.

하고 있다.[3] 목재펠릿의 90%는 유럽과 북미에서 생산되는데, 이 중 80%는 온실가스 감축 의무를 이행하고 있는 유럽연합에서 난방과 발전용으로 쓰이고 있다. 목재펠릿의 최대 수입국인 덴마크의 경우 2008년 목재펠릿 총 소비량은 약 100만 톤에 달한다. 세계 목재 시장을 선도하는 독일의 경우 생산량과 소비량, 생산규모 측면에서 세계 최대의 대규모 시장이자 펠릿시장을 선도하는 대표주자이다. 연간 생산규모가 7만 톤 이상인 업체는 독일 펠릿 생산규모의 약 60%를 차지하며 독일내의 공급을 책임지고 있다.

Table 5. Wood-Pellet Market In Foreign Country*

(Unit : ton/year)

| Country | Production | Consumption | Production scale | Export |
|---|---|---|---|---|
| Denmark | 134,000 | 1,060,000 | 313,000 | 926,000 |
| Germany | 1,460,000 | 900,000 | 2,400,000 | 560,000 |
| Sweden | 120,000 | 913,500 | 130,000 | 793,500 |
| Finland | 134,000 | 1,060,000 | 313,000 | 926,000 |

* Korea Forest Service

이렇게 세계적으로 목재펠릿의 우수성, 효율성, 경제성을 높게 평가하고 도입에 박차를 가하고 있다. 우리나라도 마찬가지로 현재 강원도 정선과 경상남도 사천 등 여러 지역에 목재펠릿 공장이 준공됐거나 설치되고 있는 중이다. 이를 통해 정부는 2012년까지 연간 40만 톤, 2020년까지 100만 톤의 목재펠릿 생산능력을 확보하고 산림이 국가면적의 63.7%를 차지하는 우리나라의 경제림을 최대한으로 사용하여 경제성을 창출함과 동시에 저탄소 녹색성장을 달성하기 위해 노력하고 있다.

Table 6. Proportion of Renewable Energy compared to primary energy in 2012**

(Unit : %)

| Country | Germany | Denmark | France | Spain | Japan | United States | S. Korea |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Proportion(%) | 12.0 | 26.8 | 8.4 | 12.1 | 4.6 | 6.5 | 3.2 |

** Institute of New and Renewable Energy, Supply Statistic of New and Renewable Energy

2012년 국내 1차 에너지 대비 신재생에너지 비중은 3.2%로, 독일(12.0%), 덴마크(26.8%), 프랑스(8.4%), 스페인(12.1%), 일본(4.6%), 미국(6.5%)과 비교하여 아직은 낮은 수준에 머물러 있음을 Table 6을 통해 알 수 있다.

3) 배문숙, 2010, “녹색사업단 친환경 목재펠릿”, 중도일보.

# Ⅲ. 분석 자료 및 연구방법

## 1. 설문조사 개요 및 주요 결과

목재펠릿 및 지열을 사용하는 농가의 경제성을 분석, 평가하기 위해서는 우선적으로 목재펠릿보일러와 지열보일러 설비일체의 초기투자비용 및 총 비용항목과 편익항목을 정확히 산정하여서 계상하여야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 목재펠릿보일러를 이용하여 시설하우스 난방을 하고 있는 경상북도 영주의 국화와 거베라를 재배하는 농가와 충청남도 논산의 지열냉난방시스템을 이용하여 토마토를 재배하는 농가를 대상으로 2012년 농가의 재배비용과 조수입, 생산비, 경영비, 소득 등 총체적인 경영성과를 대인면접 설문방법을 통하여 조사하였다. 두 농가 모두 '자발적 온실가스 감축사업'을 시행하고 있는 농가이며 감축실적을 인정받아 인센티브를 획득하고 있는 농가로써 신재생에너지를 사용하는 농가로 대표성이 있는 것으로 판단되어 농가선정을 진행하였다. 이 두 농가는 신재생에너지를 도입한 타 농가에 비해 데이터의 확보, 경영성과가 우수하고 농업기술실용화 재단으로부터 우수농가로 검증되었기에 새로이 도입을 원하는 시설하우스에 선두주자로써 그 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 7. Income, Expense, Cost Measuring Mechanism*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gross farm receipts | Farm expenses | Nurseries cost | Farm expenses |
| | | Fertilizer cost | |
| | | Pesticide cost | |
| | | Other raw material cost | |
| | | Fuels, electronics charge | |
| | | Depreciation cost | |
| | | Waterworks cost | |
| | | Rent cost | |
| | | Consignment cost | |
| | | Repair cost | |
| | | Employment cost | |
| | Farm house income | | Family-labor cost |
| | | | Self-capital interest |
| | | | Self-land interest |

* Rural Development Administration

펠릿보일러와 지열보일러의 경제성분석의 경우 모든 조건을 10a당 경영성과로 변환하여 분석 하였고 이 결과를 2012년 농가경제통계와 농축산물 소득자료집을 기준으로 성과를 비교·분석하였다. 앞서 진행된 선행연구에서는 신재생에너지 도입에 따른 난방비 절감이 초기투자비용을 회수하지 못한다는 연구가 있었다. 따라서 본 연구에서는 농가에서 직접 부담해야하는 자부담 20%와 융자 20%만 적용하여 그 가격만 감가상각 하였다. 총 비용이 아닌 농가가 직접 부담해야하는 비용만을 따져 실제 신재생에너지 보급 촉진을 실현할 가행성이 있는지 판단하였다. 펠릿보일러와 지열보일러의 설치비는 업체마다 상이하지만 평균 3.3$m^2$당 5만원과 10만원으로 가정하고 진행하였다.[4] 본 연구에서의 조사범위는 2012년 시설토마토 재배농가의 국가전체 평균치와 충청남도의 평균치를 설문농가와 비교·분석하였고, 2012년 시설원예농가의 국가전체 평균치와 경상남도[5]의 평균치를 설문농가와 비교·분석하였다.

또한 경제성 분석 시 감가상각비는 정액법을 사용하였고 광열동력비의 경우 직접 설문한 농가를 10a의 비율로 나누어 사용량과 총 금액을 산정하였다. 고용노력비의 경우 실제 지불 임금을 노동시간으로 곱하여 총 지불 임금을 계산하였고 각종 용역비 항목에 쓰이는 이자율은 4%로 적용 하였다. 수선비는 난방기 구입가격의 5%를 적용하였고 그 외 각 비목의 금액은 농촌진흥청의 발간 식량작물 경제성분석 방법에 기인하여 계상하였다.

이 모든 항목을 토대로 목재펠릿난방기와 지열난방기를 가동할 시 발생하는 비용일체를 이용하여 소득과 소득률을 계산하고 가장 중점적으로 광열동력비, 즉 난방비에 쓰이는 항목을 중점적으로 비교·분석하였다. 본 연구 진행 시 제한 사항으로는 농가마다 경작방법이 다르고 경영방식, 기술수준이 다르기 때문에 경제성분석을 함에 있어서 정밀하고 정확한 값을 구하기는 어려웠다. 또한 전년도의 연료사용량, 전기사용량, 기타 유동비용을 조사함에 있어서 농장주가 별도로 장부에 적어 놓은 사례가 적어, 근사치의 값을 이용하는 것으로 연구를 진행하여야 했다.

본 연구에서는 위의 내용을 토대로 연구를 진행하고 시설원예 농가의 경유보일러 대체비용별 시나리오 분석과 재배면적별 시나리오 분석을 통한 사업타당성 분석연구는 과제로 남긴다.

---

4) 대부분의 업체에서 펠릿보일러의 설치비가 평장 49,000원에서 50,000원 이지만 최대손실을 계산하여 50,000원으로 계산하고 지열보일러의 경우 마찬가지로 1ha당 15억 지원. 그중 자부담 20%의 비율이므로 평당 10만원의 투자비 소요됨.

5) 2012년 지역별 농산물 소득 자료에는 경상북도의 화훼자료가 나와 있지 않으므로 최대의 근사치인 경상남도의 화훼농가의 자료를 사용하였음.

## 2. 경제성 분석의 비용 산출 방법

이번 연구에서 사용한 수익 및 비용 산출 도구는 다음과 같다.[6)]

(1) 조수입 : 당해 연도 생산량 * 당해 연도 농가 평균 수취가격
(2) 소득 : 조수입 - 경영비
(3) 경영비 : 경영체 외부에서 구입하여 투입된 일체의 비용과 자가 생산 농산물 중 재투입한 사료, 퇴비, 등의 중간생산물 평가액으로 구성됨.
- 경영비 = 종묘비+비료비+농약비+제재료비+광열동력비+감가상각비[7)]+수리비+임차료+위탁료+수선비+고용노력비+기타 비용
(4) 중간재비 : 경영비 - (임차료+위탁영농비+고용노력비)
(5) 부가가치 : 조수입 - 중간재비
(6) 소득률(%) : 소득 ÷ 조수입 * 100

# Ⅳ. 재생에너지 도입에 따른 경제적 타당성

## 1. 목재펠릿보일러와 농축산물소득자료집 비교 · 분석

본 연구에 적용된 시설원예 재배농가는 600평 규모로 경작을 하고 기존의 경유를 목재펠릿보일러로 교환한지는 4년이 되었다. 분석결과는 Table 8과 같다.

Table 8. Comparison of average point of floriculture protected cultivation using diesel boiler in 2012 with wood-pellet boiler

(Unit : 1Year 1Mechanism/10a, Won, Hour)

| Division | Average point of 2012(diesel boilers) | | Wood-pellet farm house |
|---|---|---|---|
| | By farming type (floriculture farming) | By province (kyungsangnam-do) | |
| Quantity(kg) | 40,263 bon | 61,999 bon | 10,000 sok |
| Price(won/kg) | 436 | 325 | 2,500 |
| Gross farm receipts | 17,556,211 | 20,149,675 | 25,000,000 |

6) 통상이자율은 13년도 2월 기준 은행의 평균 이자율(4%)을 사용
7) 감가상각비 = 신조가 ÷ 내용년수 * 조사작목 부담비율

| Division | Average point of 2012(diesel boilers) | | Wood-pellet farm house |
|---|---|---|---|
| | By farming type (floriculture farming) | By province (kyungsangnam-do) | |
| Agriculture inventory intermediate | 9,618,717 | 12,729,733 | 13,257,700 |
| Fuels, electronics charge | 3,223,100 | 5,425,748 | 4,510,000 |
| Value-added of agriculture | 8,522,016 | 7,419,942 | 11,742,300 |
| Farm house income | 6,986,495 | 5,429,011 | 9,035,840 |
| Ratio of farm income(%) | 39.8 | 26.9 | 36.1 |
| Farm expenses | 10,569,716 | 14,720,664 | 15,964,160 |

목재펠릿보일러 도입이전에는 경유보일러 4대를 운영하였으며 한 대당 100만원으로 내용연수 10년으로 계산하여 감가상각비는 20a당 40만원이다. 그러므로 본 연구의 기준넓이인 10a로 계산하면 감가상각비는 20만원이 된다. 또한 목재펠릿보일러 도입 후 시설하우스의 가온은 목재펠릿보일러 70%, 경유보일러 30%를 사용하였는데 목재펠릿 설치비는 정부보조 60%, 자부담 40%(융자 20%+자부담 20%)로 1ha당 6,000만 원 정도이며, 즉 100a당 6,000만원, 설문농가 기준인 20a당 1,200만원의 비용이 소요된 것으로 조사되었다. 보일러의 내용연수 10년으로 계산하여 감가상각비는 10a당 41만 원(목재펠릿 부담비율 35만원+경유보일러 부담비율 6만원)으로 조사되었다. 따라서 1년에 기존 경유보일러보다 21만 원의 추가적인 감가상각비가 소요되는 것을 알 수 있다. 반면에 광열동력비는 목재펠릿을 사용할 때 10a 당 약 451만원이 소요되는 것으로 조사 되어 국가 시설원예 평균인 322만 원보다는 120만 원가량 높았고 경상남도의 시설원예농가 평균보다는 100만 원 정도 낮았다. 하지만 광열동력비가 경영비에서 차지하는 비중은 28.2%로 국가평균 30.4%와 지역평균 36.4%보다 낮은 수치를 기록하며 목재펠릿보일러를 효율적으로 사용하는 것으로 나타났다. 이러한 수치는 고온성작물인 화훼의 특징상 난방비 비중이 큰 것으로 간주될 수 있지만 목재펠릿보일러 도입 시 난방비를 절감할 수 있는 것으로 조사되었다. 또한 초기투자비용 1,200만원은 연간 난방비절감액 약 318만원(기존 광열동력비 1,220만원에서 펠릿보일러 도입 후 광열동력비 902만원 차감)과 자발적 온실가스 감축사업의 인센티브인 120만원을 합한 438만원에서 추가적으로 발생하는 21만원의 감가상각비를 뺀 순 이익 417만 원으로 3~4년 사이에 회수할 수 있는 것으로 계산 되었다. 정량적인 측면에서 도입하여도 경제적으로 운영할 수 있다는 의견에 신빙성 있는 자료로 제시될 수 있을 것이다.

## 2. 지열보일러와 농축산물소득자료집 비교·분석

본 연구에 적용된 시설토마토를 재배하는 농가의 경우 2,000평 규모로 경작을 하며 기존의 경유난방기를 지열 난방기로 교체한지는 2년차로 접어들었다. 분석결과는 Table 9와 같다.

Table 9. Comparison of average point of tomato protected cultivation using diesel boiler in 2012 with geothermal heat boiler

(Unit : 1Year 1Mechanism/10a, Won, Hour)

| Division | Average point of 2012(diesel boilers) | | Geothermal heat farm house |
|---|---|---|---|
| | By farming type (tomato) | By province (chungcheongnam-do) | |
| Quantity(kg) | 8,801 | 8,951 | 12,250 |
| Price(won/kg) | 2,463 | 2,235 | 2,000 |
| Gross farm receipts | 21,683,077 | 20,005,485 | 24,500,000 |
| Agriculture inventory intermediate | 10,320,395 | 9,618,717 | 15,638,175 |
| Fuels, electronics charge | 3,809,801 | 3,569,860 | 1,680,000 |
| Value-added of agriculture | 11,362,682 | 10,386,768 | 8,861,825 |
| Farm house income | 9,743,549 | 8,338,335 | 8,060,825 |
| Ratio of farm income(%) | 44.9 | 41.7 | 32.9 |
| Farm expenses | 11,939,528 | 11,667,150 | 16,439,175 |

기존의 경유보일러를 사용할 때는 460만원 1대, 500만원 1대, 1,000만원 3대로 각각 내용연수 6년, 6년, 10년으로 계산하여 감가상각하면 그 비용은 10a당 46만원이다. 기존의 경유보일러를 지열보일러로 교체하면서 자부담금은 1억6천만 원이 소요되었다. 지열보일러의 감가상각비는 내용연수를 10년으로 계산하여 1,600만원이 계산 되는데 이를 10a당 감가상각비로 변환하면 240만원으로 산출되었다. 이는 기존의 감가상각비에 비해 연간 추가로 194만원이 소요되는 금액이다. 그러나 광열동력비(난방비)의 경우 일체의 경유의 사용량은 존재 하지 않고, 전기료만 소요되기 때문에 경유보일러 가동 시 광열동력비 2천5백만 원보다 지열보일러 가동 시 광열동력비 1천1백2십만 원 으로 감소하는 것으로 나타났다. 연간 1천3백8십만 원 정도의 난방비 절감을 달성하고 자발적 온실가스 감축사업 인센티브로 200만원을 획득하기 때문에 해당농가는 10~11년 이내에 초기 투자금을 회수할 수 있을 것으로 전망된다. 초기 투자금 회수시간이 10년 이상 소요되긴 하지만 연간 난방비 절감이 55%이상 달성되는 점, 또한 경유보일러 미사용으로 인한 온실가스 배출 저감 기여도는 화폐로

환산할 수 없는 범국가적 편익으로 해석할 수 있다. 이처럼 해당 시설토마토농가의 경영비 중 광열동력비 비율이 10.2%로 나타나는 것은 국가 시설토마토농가의 평균인 31%에 비하면 상당히 낮은 수치를 보임을 알 수 있다. 이 결과는 지열보일러의 난방비 절감효과를 명확하게 보여주는 수치로 해석될 수 있다.

Table 9를 살펴보면 경영비에서 광열동력비가 차지하는 비중 역시 해당 설문농가는 10.2%를 기록하고 있고 경유보일러를 사용하는 2012년 국가 전체 시설토마토의 난방비/경영비 비중은 31.9%, 충청남도의 시설토마토농가는 30.6%로 조사되어 해당 지열농가의 난방비 절약과 경영성과가 매우 우수함을 알 수 있다. 고온성작물인 토마토는 생리적 특성상 고온을 유지해 주어야 작물의 생장이 원활히 진행되는데 이는 타 고온성 작물인 오이, 호박, 방울토마토, 가지, 착색단고추, 시설고추와 같이 경영비에서 난방비가 차지하는 비중이 큼을 암시 한다. 하지만 설문농가는 난방비를 기본 경유보일러 대비 55% 이상 절감함으로써 신재생에너지 도입에 따른 난방비 절감과 경제성이 매우 우수함을 조사할 수 있었다.

## Ⅴ. 요약 및 결론

이번 연구에서는 지열을 이용하여 토마토시설을 냉난방하는 농가와 목재펠릿을 사용하여 거베라와 국화시설하우스를 가온하는 농가와 2012년 농축산물소득 자료집을 비교분석하여 설문농가의 경영성과를 살펴보았다. 또한 농가의 기존 경유보일러에 대비하여 신재생에너지 도입 시 발생하는 편익과 비용을 분석하여 신재생에너지 도입의 타당성에 대하여 검증 하였다. 또한 환경적인 측면에서 선행연구에 따르면 신재생에너지의 온실가스배출 수준을 연료별로 비교했을 때 펠릿 보일러가 액화천연가스, 경유, 등유, 휘발유, 전기에 비해 현저히 낮은 수치를 기록하고 있어 더욱이 기후변화협약의 대응책으로서 당위성을 갖는다는 결과를 보여준다.

설문농가의 광열동력비 항목은 각각 목재펠릿 20a 기준 318만원, 지열 66a 기준 1,380만원이 감소하여서 난방비 절감액은 상당히 높은 것으로 나타났다. 또한 ‘자발적 온실가스 감축사업’의 인센티브로 추가적인 소득이 발생하기 때문에 신재생에너지의 도입에 유인으로 작용할 수 있을 것으로 예상된다. 그리고 새로운 신재생에너지 설비를 도입한 후 추가로 소요되는 감가상각비는 할인되는 광열동력비로 경제성을 충분히 회복하는 것을 알 수 있었다. 초기투자비용 회수의 기간은 목재펠릿 보일러 3년, 지열보일러 10년으로 계산되었다. 초기투자비용을 회수하는데 짧지 않은 시간이 소요되지만 난방비 절감과 온실가스저감에 대한 화폐로 계산할 수 없는 환경적 편익을 고려하면 도입에 타당성을 확보하는 것으로 보인다.

해외에 비하면 우리나라는 아직 신재생에너지 보일러에 대한 사용이 미흡하며, 기술수준

역시 선진국에 뒤떨어진 것이 현실이다. 하지만 펠릿보일러와 지열보일러에 대한 효율개선과 설비공정에서의 비용저감 및 기술개발은 현재진행형이며 세계적인 추세에 따라 머지않아 우리나라도 신재생에너지 사용비율이 5%까지 상승할 수 있을 것이다. 기후변화 대응책으로써 농업부문 온실가스저감을 위해 목재펠릿시장이 더욱 확대되려면 현재 목재펠릿을 사용하고 있는 농가의 애로사항인 불안정한 공급과 가격변동을 우선적으로 해결해야 시설하우스 농가의 신재생에너지 도입에 더욱 우호적으로 변할 수 있을 것이다. 또한 지열보일러의 경우 초기투자비용을 절감시키는 기술이 개발되어야 시설원예농가에서 부담감 없이 도입을 할 수 있을 것으로 사료된다.

우리나라는 기후변화협약 제3차 당사국총회에서 기후변화협약상 개발도상국으로 분류되어 의무감축국에는 포함되지 않는다. 하지만 우리나라의 연간 온실가스 배출량은 2010년 기준 세계 7위 수준을 기록하였다. 정부 관계자는 “국제사회에 2020년까지 온실가스 배출전망치 대비 30%를 감축하기로 한 약속을 지키려면 더욱 많은 노력이 필요하다”라며 에너지소비 관리와 2015년 배출권거래제(ET : Emission Trading)을 실효성 있게 도입하여야 한다고 주장했다.

또한 농업부문에서는 신재생에너지 도입을 확대함과 동시에 신재생에너지 사용을 적극 장려하여 경제성을 창출하고 더불어 환경적인 편익까지 누릴 수 있는 정부 및 각 기관, 지자체의 노력이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

[논문접수일 : 2014. 5. 9. 논문수정일 : 2014. 5. 31. 최종논문접수일 : 2014. 6. 9.]

## Reference

1. Bea, J. H. and C. H. Park. 2011. Economic Analysis of Wood-Pellet Boiler Relative to Other Types of Boilers.
2. Institute of New and Renewable Energy. 2013 Supply Statistic of New and Renewable Energy.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). IPCC 4th Assessment Report.
4. Jeollanam-do Provincial Government. Food and Rural Division. Forest Industry.
5. Kang, E. C. 2010. Wood-Pellet market trends. Today Energy.
6. Korea Association of Pellet. Advantages of Pellet.
7. Korea Energy Economics Institute. 2013 Energy statistical yearbook.
8. Korea Forest Service, Forestry Statistics Yearbook of 2013.

9. Korea Forest Service, Need of afforestation.
10. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2013. 2012 Agricultural and livestock income data sheet by province. 2010.09. 2009 Status of production of vegetables in greenhouse and greenhouse current state.
11. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2010. Agriculture and fisheries energy efficiency project implementation guidelines.
12. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2013. 2012 Agricultural and livestock Income Data Sheet.
13. Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. Vegetables and Special Crops Division.
14. National Statistical Office. 2013.05. Farm household economy survey report of 2012. Methodology of Income Measurement.
15. Rural Development Administration. Income Data Sheet.